

2.ДСТУ Б В.2.6-36:2008. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови.

3.Фаренюк Г.Г. Методы определения расчетных величин теплофизических показателей строительных материалов // Теплоизоляційні матеріали в будівництві. – К., 2004 – С.59-64.

*Получено 05.04.2010*

УДК 624.012

Д.Ф.ГОНЧАРЕНКО, д-р техн. наук, Ю.Н.ЯРОВОЙ, канд. техн. наук,  
ХАЙНРИХ ВЕВЕЛЛЕР

*Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры*

### **СНИЖЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ ВОДОПРОВОДНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ**

Рассматривается линейная деформация полиэтиленовых труб протянутых в существующий стальной трубопровод. Выполнены расчеты усилий в трубе в результате изменения температуры. Приведены результаты экспериментов по оценке совместного действия системы «стальная труба – заполнитель – полиэтиленовая труба».

Розглядається лінійна деформація поліетиленових труб, що протягнуті в існуючий сталний трубопровід. Виконано розрахунки зусиль у трубі внаслідок зміни температури. Наведено результати експериментів щодо оцінки сумісної дії системи «стална труба – заповнювач – поліетиленова труба».

In the article the linear deformation of polyethylene pipes extended through an existing steel piping has been considered. Calculation of exertion caused by temperature change in the pipe has been made. The results of experiences estimating the combined action of the «steel pipe – filler – polyethylene pipe» system are represented.

*Ключевые слова:* инженерные сети, водопроводные трубы, полиэтилен, деформации.

Инженерные сети крупных городов имеют большую протяженность и находятся в эксплуатации длительное время. Большинство инженерных сетей имеют подземное расположение: в лотках, каналах, либо просто в грунте.

Водопроводные напорные сети выполнены из стальных труб различных диаметров, расположены в грунте на глубине от 1,3 до 2,5 м и находятся в эксплуатации от 30 до 50 лет.

В ходе эксплуатации трубы подвержены воздействию внешних нагрузок (вес грунта, технологические нагрузки на дорогах), внутреннего давления в сетях, а также температурным воздействиям [1].

Кроме нагрузок трубы подвержены коррозионному износу. Коррозия стальных труб происходит как на внутренней, так и на внешней поверхностях [2].

Замена либо ремонт трубопровода связаны с проведением большого объема земляных работ, перекладкой труб, ограничением передвижения транспорта в районе проведения работ. В условиях плотной городской застройки проведение указанных работ является весьма сложным и дорогостоящим мероприятием.

В качестве одного из вариантов реконструкции напорных и безнапорных трубопроводов различных диаметров, расположенных непосредственно в грунте, рассматривается способ введения в существующие трубы полиэтиленовых труб меньшего диаметра [3].

Схема реконструкции трубопровода приведена на рис.1.

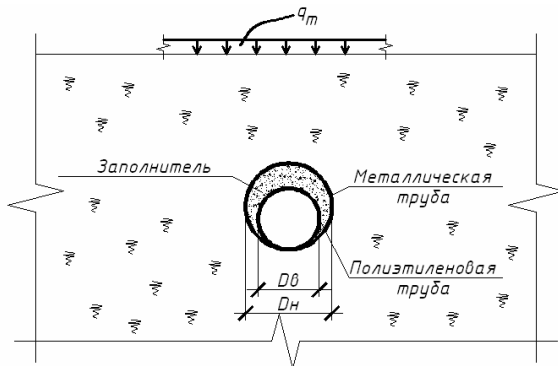


Рис.1 – Схема реконструкции трубопровода

При проектировании работ по реконструкции трубопроводов указанным методом необходимо учитывать совместную работу стальной трубы, полиэтиленовой трубы и заполнителя, с учетом различных физико-механических свойств указанных материалов.

Разница коэффициентов температурного линейного расширения полиэтилена и стали приводит к возникновению значительных температурных деформаций.

Коэффициент температурного линейного расширения полиэтилена  $2 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ , что в 16,8 раз больше, чем для стали ( $0,12 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ). Это приводит к тому, что при изменении температуры на  $10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , разница деформаций на участке длиной 100 м составляет порядка 18,8 см.

Величина относительного удлинения составляет:

$$\epsilon = 10^{\circ}\text{C} \cdot 2 \cdot 10^{-4} / ^{\circ}\text{C} = 2 \cdot 10^{-3}.$$

С учетом величины модуля упругости полиэтилена  $E = 9 \cdot 10^3 \text{ кг/см}^2$

напряжение в стенке полиэтиленовой трубы составит:

$$\sigma = E \cdot e = 18 \text{ кг/см}^2.$$

Для трубы с внешним диаметром  $D_n=110$  мм и толщиной стенки  $t=5$  мм площадь сечения трубы  $A=16,5 \text{ см}^2$ .

Суммарное усилие в трубе, вследствие температурных деформаций, на длине 1 м при изменении температуры на  $10^\circ\text{C}$  составит:

$$F = \sigma \cdot A = 297 \text{ кг}.$$

Для оценки совместного действия системы «стальная труба – заполнитель – полиэтиленовая труба» в лаборатории кафедры ЖБК ХГТУСА были проведены экспериментальные исследования по определению напряжений сдвига на поверхности контакта «полиэтиленовая труба ( $\varnothing 110$  мм) – заполнитель – металлическая труба ( $\varnothing 155$  мм)».

В качестве заполнителя был использован мелкозернистый бетон группы Б, класса 10 и 15.

Схема экспериментальной установки приведена на рис.2, общий вид – на рис.3.

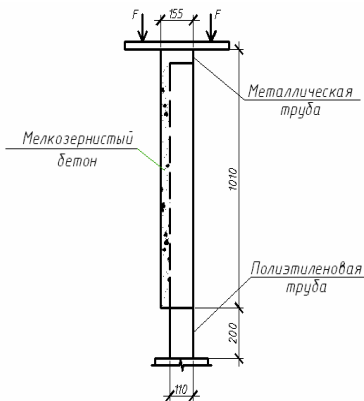


Рис.2 – Схема экспериментальной установки

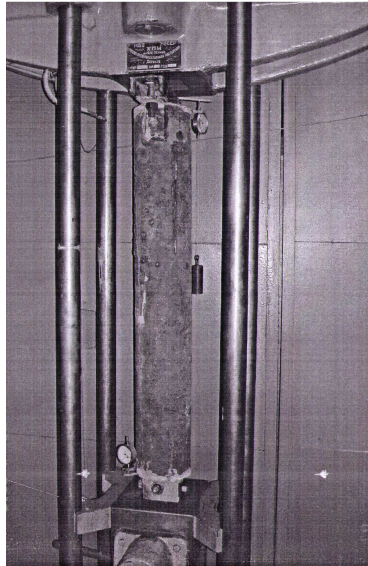


Рис.3 – Общий вид экспериментальной установки

Графики зависимости деформаций от нагрузки приведены на рис.4.

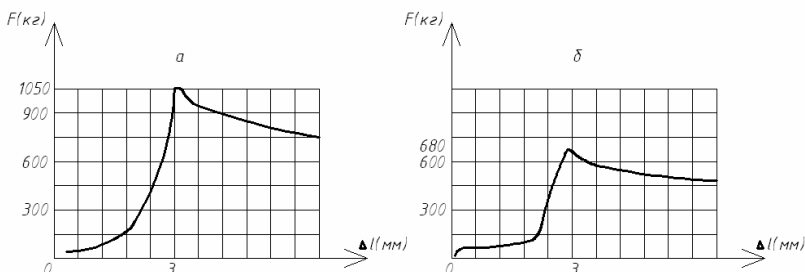


Рис.4 – Графики зависимости деформаций от нагрузки:  
 а – мелкозернистый бетон В15; б – мелкозернистый бетон В10.

В ходе эксперимента было установлено, что сдвиг полиэтиленовой трубы относительно заполнителя произошел по зоне контакта «полиэтиленовая труба – бетон» при касательных напряжениях:

для бетона класса В10 –  $0,2 \text{ кг/см}^2$ ;

для бетона класса В15 –  $0,3 \text{ кг/см}^2$ .

Анализ результатов исследования указывает на то, что сил сцепления в зоне контакта «полиэтиленовая труба – заполнитель» достаточно для восприятия температурных деформаций.

Таким образом, приведенный способ реконструкции инженерных сетей является весьма эффективным, поскольку не требует проведения земляных работ. Однако при проектировании необходимо учитывать различные физико-механические характеристики материалов. Заполнитель в данном случае может использоваться как демпфирующий слой между стальной и полиэтиленовой трубой, а стальная труба может применяться как защитный слой для полиэтиленовой трубы, воспринимая различные внешние нагрузки.

Установлено также, что применение в качестве заполнителя бетонов группы Б (на мелком заполнителе) класса прочности более В15 неоправданно, так как при твердении бетона возникают усадочные деформации, которые уменьшают сцепление бетона с полиэтиленовой трубой.

1.Хайнрих Вевеллер. Факторы, влияющие на эксплуатационную долговечность сетей водоотведения // Науковий вісник будівництва. Вип.49. – Харків: ХДТУБА ХОТВАБУ, 2008. – С.35-41.

2.Adolf Böhm. Betrieb, Instandhaltung und Erneuerung des Wasserrohrnetzes // Vulkan-Verlag, Essen, 1993. – 97 s.

3.Аганчев В.И., Виноградов В.А., Мартешова В.А., Пермяков Н.Г. Состояние и перспективы бестраншейного метода восстановления систем водоснабжения и водоотведения // Водоснабжение и санитарная техника. – 2003. – №12. – С.17-19.

Получено 09.06.2010